ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57606— 2017 (ИСО 20504:2006)

КОМПОЗИТЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ

Метод испытания на сжатие при нормальной температуре

[ISO 20504:2006, Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Test method for compressive behaviour of continuous fibre-reinforced composites at room temperature, MOD]

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» совместно с Автономной некоммерческой организацией «Центр нормирования, стандартизации и классификации композитов» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии указанного в пункте 4 стандарта

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 497 «Композиты, конструкции и изделия из них»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 августа 2017 г. № 879-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 20504:2006 «Тонкая керамика (высококачественная керамика, высококачественная техническая керамика). Метод определения поведения при сжатии композитов, армированных непрерывным волокном, при комнатной температуре» (ISO 20504:2006 «Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Test method for compressive behaviour of continuous fibre-reinforced composites at room temperature», MOD) путем изменения его структуры для приведения в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ Р 1.7—2014 (раздел 7), путем изменения содержания отдельных структурных элементов, которые выделены вертикальной линией, расположенной на полях напротив соответствующего текста. Оригинальный текст этих структурных элементов примененного международного стандарта и объяснение причин внесения технических отклонений приведены в дополнительном приложении ДА.

В настоящий стандарт не включена терминологическая статья 3.2, а также приложения В и С примененного международного стандарта, которые нецелесообразно применять в российской национальной стандартизации, так как они носят справочный характер. Приложение В заменено ссылкой на соответствующий стандарт ГОСТ Р 57686 (ISO 17161). Указанный структурный элемент, не включенный в основную часть настоящего стандарта, приведен в дополнительном приложении ДБ.

Дополнительная ссылка, включенная в текст стандарта для учета особенностей российской национальной стандартизации, выделена курсивом. Внесенная дополнительная ссылка содержит метод расчета коэффициента пропорциональности и модуля упругости при повышенной температуре.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой указанного международного стандарта приведено в дополнительном приложении ДВ.

В настоящем стандарте ссылки на международные стандарты заменены соответствующими межгосударственными стандартами. Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДГ

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2017

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 1
4 Сущность метода . . . 3
5 Оборудование . . . 3
6 Подготовка к проведению испытаний . . . 4
7 Проведение испытаний . . . 9
8 Обработка результатов . . . 10
9 Протокол испытаний . . . 11
Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного международного стандарта . . . 13
Приложение ДБ (справочное) Оригинальный текст невключенных структурных элементов примененного международного стандарта . . . 16
Приложение ДВ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта . . . 20
Приложение ДГ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 22

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ

Метод испытания на сжатие при нормальной температуре

Ceramic composites. Compression test method at normal temperature

Дата введения — 2018—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на одно-, дву- и трехнаправленно армированные керамические композиты и устанавливает метод испытания на сжатие при нормальной температуре.

Настоящий стандарт может быть также применен при испытании керамических композитов, армированных углеродным волокном.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 6507 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 28840 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ Р 57686—2017 (ISO 17161:2014) Композиты керамические. Определение несоосности захватов испытательной машины

ГОСТ Р 57605—2017 (ISO 14544:2013) Композиты керамические. Метод испытания на сжатие при повышенной температуре

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **длина узкой параллельной части *l*:** Длина участка образца, имеющего однородную и минимальную площадь поперечного сечения.

3.2 **измерительная база L_0:** Начальная длина участка между контрольными точками образца в пределах длины узкой параллельной части.

3.3 **площадь поперечного сечения A_0:** Начальная площадь поперечного сечения образца в пределах измерительной базы.

3.4 **продольная деформация ΔL:** Изменение измерительной базы под действием нагрузки.

Издание официальное

Примечание — Продольную деформацию при максимальной нагрузке обозначают $\Delta L_{c,m}$.

3.5 **деформация при сжатии** ε: Относительное изменение измерительной базы, определяемое как отношение $\Delta L/L_0$.

Примечание — Деформацию при максимальной нагрузке обозначают $\varepsilon_{c,m}$.

3.6 **максимальная нагрузка при сжатии** F_m: Максимальная нагрузка, приложенная к образцу до его разрушения.

3.7 **напряжение при сжатии** σ: Отношение нагрузки при сжатии, выдерживаемой образцом в процессе испытания, к площади поперечного сечения.

3.8 **предел прочности при сжатии** $S_{c,m}$: Максимальное напряжение при сжатии, приложенное к образцу до его разрушения.

3.9 **коэффициент пропорциональности** E_p: Наклон линейного участка кривой «напряжение—деформация» при его наличии.

Примечания

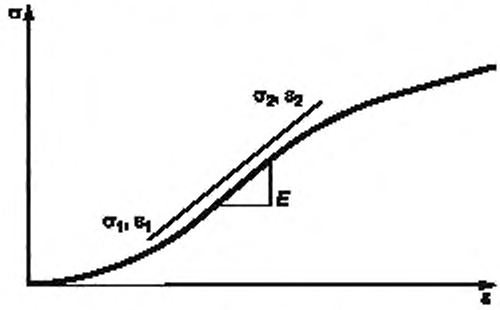
1 Для керамических композитов, обладающих механическими свойствами, характеризующимися наличием линейного участка, коэффициент пропорциональности $E_p(\sigma_1,\sigma_2)$, ГПа, вычисляют по формуле

$$E_p(\sigma_1,\sigma_2) = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}, \quad (1)$$

где $(\varepsilon_1, \sigma_1)$ — деформация при сжатии и напряжение при сжатии, которые находятся у нижнего предела линейного участка кривой «напряжение—деформация» (рисунки 1 и 2);

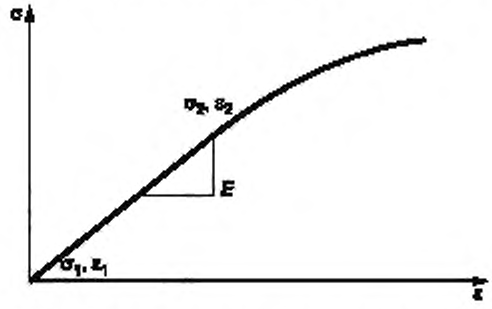
$(\varepsilon_2, \sigma_2)$ — деформация при сжатии и напряжение при сжатии, которые находятся у верхнего предела линейного участка кривой «напряжение—деформация» (рисунки 1 и 2).

2 Для керамических композитов без линейного участка на кривой «напряжение—деформация» определяют только пары значений «напряжение—деформация» при указанных напряжениях или деформациях.



ε — деформация при сжатии, σ — напряжение при сжатии, E — модуль упругости

Рисунок 1 — Механические характеристики с линейным участком, который ограничен σ_1, ε_1 и σ_2, ε_2



ε — деформация при сжатии, σ — напряжение при сжатии, E — модуль упругости

Рисунок 2 — Механические характеристики с преимущественно линейным участком, который ограничен точками $(\sigma_1, \varepsilon_1)$ вблизи начала координат и $(\sigma_2, \varepsilon_2)$

3.10 **модуль упругости, *E*:** Коэффициент пропорциональности или модуль псевдоупругости, в особом случае, когда линейный участок начинается от начала отсчета (см. рисунок 2).

3.11 **осевая деформация:** Средняя продольная деформация, измеренная на поверхности образца в указанных местах.

3.12 **критическая нагрузка при продольном изгибе:** Критическая осевая нагрузка, при которой первоначально прямой образец принимает искривленную форму.

3.13 **критическое напряжение при продольном изгибе:** Критическое осевое напряжение при сжатии, при котором первоначально прямой образец принимает искривленную форму.

4 Сущность метода

4.1 Образец с установленными размерами нагружают на сжатие. Испытания на сжатие проводят при постоянной скорости перемещения активного захвата или постоянной скорости деформации.

4.2 Одновременно регистрируют нагрузку и продольную деформацию.

Примечание — Испытание с постоянной скоростью нагрузки допускается только в случае линейной зависимости «напряжение—деформация».

5 Оборудование

5.1 Испытательная машина

5.1.1 Испытания проводят на универсальных испытательных машинах по *ГОСТ 28840*, обеспечивающих сжатие образца с заданной постоянной и измерение нагрузки с погрешностью не более 1 % от измеряемой величины.

5.1.2 Испытательная машина состоит из активного и неподвижного захватов, нагрузочных стержней, зажимов или сжимающих плит. Дополнительно могут использоваться адаптеры для соединения зажимов или сжимающих плит с нагрузочными стержнями.

5.1.3 Захваты испытательной машины (далее — захваты) должны обеспечивать надежное крепление, точное центрирование образца (его продольная ось должна совпадать с направлением действия нагрузки) и исключать изгиб образца.

5.1.4 Существует два способа нагружения образца:

- сжимающие плиты, которые крепятся к датчику нагрузки и активному захвату испытательной машины. Поверхности сжимающих плит должны быть перпендикулярны к направлению действия нагрузки.

Примечания

1 Не рекомендуется использовать сжимающие плиты для испытаний одно- и двунаправленно армированных керамических композитов маленькой толщины из-за возможности продольного изгиба.

2 При необходимости, для создания однородного напряжения в образце, между образцом и сжимающими плитами помещают прокладки, изготовленные из бумаги или картона, совместимого с материалом образца и сжимающих плит.

- зажимы, обеспечивающие фиксацию образца так, чтобы продольная ось образца совпадала с направлением действия нагрузки.

5.1.5 Несоосность захватов испытательной машины проверяют по *ГОСТ Р 57686*.

5.2 Измерение деформации

5.2.1 Для непрерывного измерения продольной деформации в зависимости от приложенной нагрузки используют тензорезисторы по 5.2.2 или экстензометр по 5.2.3.

5.2.2 Для проверки соосности образца используют тензорезисторы. Их также можно использовать для измерения продольной деформации в процессе испытания. В обоих случаях длина тензорезисторов должна быть такой, чтобы на их показания не оказывали влияние локальные особенности поверхности образца, например пересечения армирующих нитей. Тензорезисторы должны иметь длину от 9 до 12 мм в продольном направлении и до 6 мм в поперечном направлении. Тензорезисторы, способ подготовки поверхности и клеи для присоединения тензорезисторов к образцу не должны оказывать влияния на материал образца. Показания тензорезисторов не должны зависеть от способа подготовки поверхности и используемого клея.

5.2.3 Для измерения продольной деформации образца применяют экстензометры с погрешностью не более 0,15 % во всем диапазоне измерения продольной деформации.

Рекомендуется использовать механические или оптические экстензометры.

Для механического экстензометра измерительная база соответствует расстоянию между двумя точками по продольной оси, в которых экстензометр контактирует с образцом. Установка экстензометра на образец должна предотвращать выскальзывание экстензометра из точек контакта и разрушения в точках контакта.

При использовании оптических экстензометров наносят контрольные точки на образец. Измерительную базу определяют, как продольное расстояние между контрольными точками.

Примечание — Не рекомендуется в качестве контрольных точек использовать элементы образца из-за концентрации напряжений, создаваемых в материале образца.

5.3 Система регистрации данных

Испытательная машина должна быть оборудована программным обеспечением, автоматически регистрирующим кривую «нагрузка — деформация». Рекомендуется использовать цифровые системы регистрации в комбинации с аналоговым самописцем.

5.4 Микрометры

Микрометры по *ГОСТ 6507* с погрешностью измерения не более 0,1 мм.

6 Подготовка к проведению испытаний

6.1 Подготовка образцов

6.1.1 Форма образца зависит от материала, структуры армирования и используемого крепления (зажимы или сжимающие плиты).

Для предотвращения продольного изгиба образца используют противоизгибное устройство (например, неподвижные боковые направляющие, прижимаемые к образцу для его свободного продольного перемещения и исключения поперечного перемещения).

6.1.2 Используют образцы двух типов:

- образцы, вырезанные из изделий, изготовленных по соответствующему нормативному документу или технической документации, при этом следят за ориентацией относительно направления армирования и предполагаемой оси нагружения;
- готовые образцы, обработанные механически.

Допуск по толщине необходим только для механически обработанных образцов. Для образцов, которые не были обработаны, максимальная разница толщины по результатам трех измерений не должна превышать 5 % от среднего значения трех измерений.

6.1.3 Образцы вырезают из изделий, изготовленных по соответствующему нормативному документу или технической документации, при этом следят за ориентацией относительно направления армирования и предполагаемой оси нагружения.

Механическая обработка образцов должна быть установлена в нормативном документе или технической документации на материал.

6.1.4 Для испытания используют не менее пяти образцов, если иное не установлено в нормативном документе или технической документации на изделие.

6.2 Сжатие между сжимающими плитами

Форму образца и/или совместимых прокладок адаптируют для предотвращения продольного изгиба и повреждения краев из-за нагрузок при контакте. Размеры образцов первого типа должны соответствовать требованиям, установленным в таблице 1.

Таблица 1 — Размеры образцов первого типа

В миллиметрах

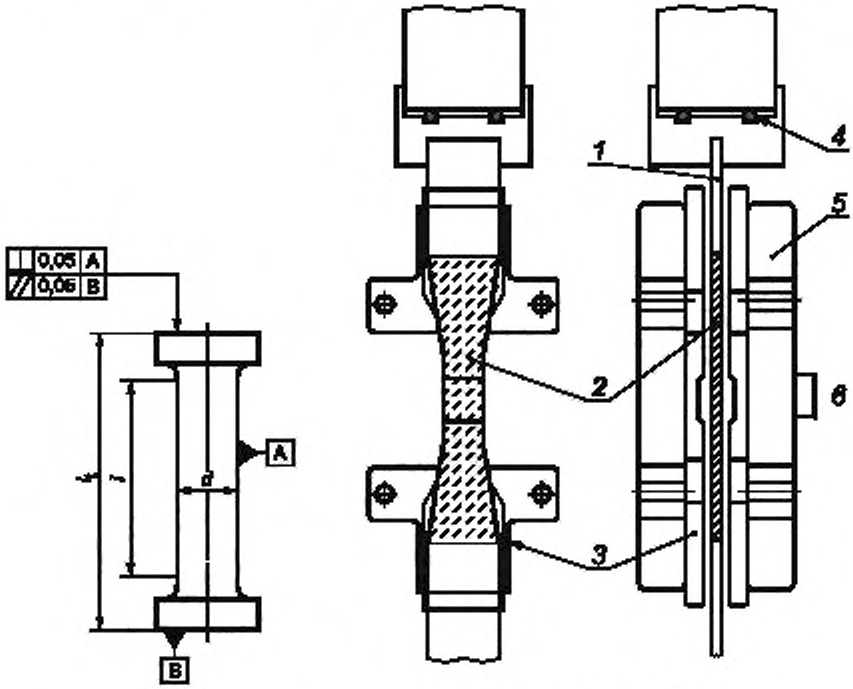
Наименование и обозначение параметра	Значение параметра	Предельное отклонение
Длина узкой параллельной части l	≥15	±0,5
Общая длина l_t	≥1,5l	±0,5
Ширина поперечного сечения, d	≥ 8	±0,2

Окончание таблицы 1

В миллиметрах

Наименование и обозначение параметра	Значение параметра	Предельное отклонение
Допуск параллельности обработанных граней	0,05	—
Допуск перпендикулярности обработанных граней	0,05	—
Соосность обработанных граней	0,05	—

Пример образца первого типа и противоизгибного устройства приведены на рисунке 3.



a) Образец **b) Противоизгибное устройство**

1 — нагрузочный стержень; *2* — образец; *3* — неподвижные боковые направляющие; *4* — уплотнительное кольцо; *5* — рама; *6* — свободная длина *l* — длина узкой параллельной части; l_t — общая длина

Рисунок 3 — Образец первого типа и противоизгибное устройство

Образцы второго типа имеют цилиндрическую форму. Их используют реже образцов первого типа. Размеры образцов второго типа должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 — Размеры образцов второго типа

В миллиметрах

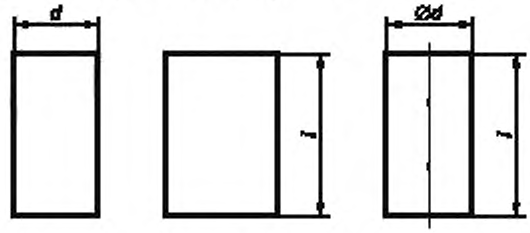
Наименование и обозначение параметра	Значение параметра	Предельное отклонение
Длина узкой параллельной части *l*	≥10	± 0,5
Диаметр или ширина поперечного сечения *d*	≥10	±0,2

Окончание таблицы 2

В миллиметрах

Наименование и обозначение параметра	Значение параметра	Предельное отклонение
Допуск параллельности обработанных граней	0,05	—
Допуск перпендикулярности обработанных граней	0,05	—
Примечание — Как правило, данный тип образцов используют, если толщина части недостаточна для механической обработки образца первого типа.		

Пример образца второго типа приведен на рисунке 4.



l — длина узкой параллельной части, *d* — диаметр или ширина поперечного сечения

Рисунок 4 — Образец второго типа

6.3 Образцы, используемые с зажимами

Для образцов данного типа общая длина l_t зависит от используемых зажимов. Испытания тонких образцов данного типа можно проводить без противоизгибного устройства. Размеры образцов должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 — Размеры образцов третьего типа

В миллиметрах

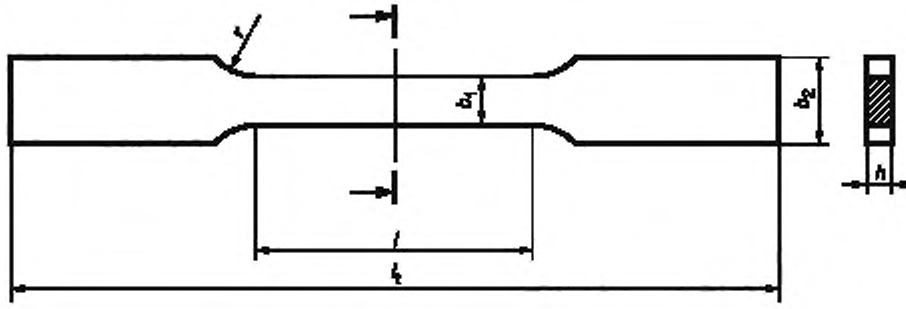
Наименование и обозначение параметра	Значение параметра	Предельное отклонение
Большая длина		
Общая длина l_t	≥ 1,5l	±0,5
Длина узкой параллельной части l	≥ 15	±0,5
Толщина h	≥ 3	±0,2
Ширина в пределах узкой параллельной части b_1	≥ 8	±0,2
Ширина b_2	$b_2 = \alpha b_1$ (α от 1,2 до 2 включ.)	±0,2
Радиус r	≥30	±2
Допуск параллельности обработанных граней	0,05	—
Малая длина		
Общая длина l_t	≥1,5l	±0,5
Длина узкой параллельной части l	≤15	±0,5
Толщина h	≥ 3	±0,2
Ширина в пределах узкой параллельной части b_1	≥ 8	±0,2
Ширина b_2	$b_2 = \alpha b_1$ (α от 1,2 до 2 включ.)	0,2

Окончание таблицы 3

В миллиметрах

Наименование и обозначение параметра	Значение параметра	Предельное отклонение
Радиус r	≥ 30	±2
Допуск параллельности обработанных граней	0,05	—
Примечание — При возникновении продольного изгиба данный тип образцов рекомендуется использовать с размерами для третьего типа, приведенными в данной таблице (большой длины).		

Пример образца третьего типа приведен на рисунке 5.



b_1 — ширина в пределах узкой параллельной части, b_2 — ширина, l — длина узкой параллельной части, l_1 — общая длина, h — толщина, r — радиус

Рисунок 5 — Образец третьего типа

Образец четвертого типа имеет прямоугольную форму. Размеры образцов должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 — Размеры образцов четвертого типа

В миллиметрах

Наименование и обозначение параметра	Значение параметра	Предельное отклонение
Общая длина l_1	≥ 100	±0,5
Длина узкой параллельной части l	≥ 40	±0,2
Толщина h	≥ 3	±0,2
Ширина b	≥ 10	±0,2
Допуск параллельности обработанных граней	0,05	—
Примечание — Данный тип образца легко обрабатывают, и его применение позволяет определить модуль упругости, но не подходит для измерения предела прочности при сжатии.		

Пример образца четвертого типа приведен на рисунке 6.



b — ширина, h — толщина, l_t — общая длина

Рисунок 6 — Образец четвертого типа

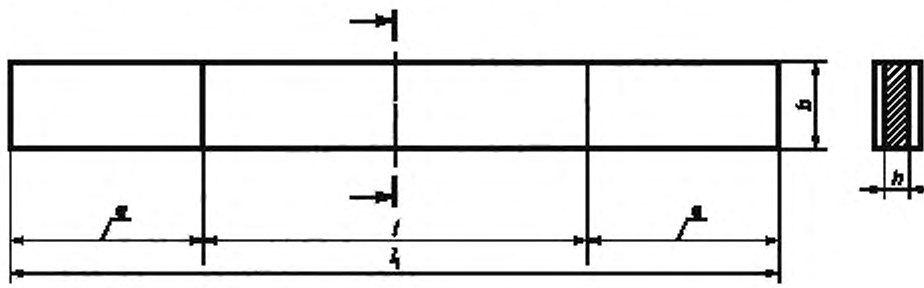
Образец пятого типа имеет прямоугольную форму с концевыми накладками из металлов или полимерных композитов, приклеенных к нему или отвержденных на нем. Размеры образцов должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 — Размеры образцов пятого типа

В миллиметрах

Наименование и обозначение параметра	Значение параметра	Предельное отклонение
Общая длина l_t	≥ 100	±0,5
Длина узкой параллельной части l	≥ 40	±0,2
Длина концевой накладки a	≥ 30	±0,2
Толщина h	≥ 3	±0,2
Ширина b	≥ 10	±0,2
Допуск параллельности обработанных граней	0,05	—
Примечание — Толщина концевых накладок, как правило, составляет от 1 до 3 мм.		

Пример образца пятого типа приведен на рисунке 7. Как правило, данный тип образцов используют для одно-, дву- и трехнаправленно армированных керамических композитов.



a — длина накладки, b — ширина, h — толщина, l — длина узкой параллельной части, l_t — общая длина

Рисунок 7 — Образец пятого типа

Образцы шестого типа используют при повышенных температурах. Все образцы, предназначенные для испытания при повышенных температурах, подходят для испытаний при нормальной температуре.

Примечание — Как правило, при испытании материалов при повышенной температуре получают результаты и при нормальной температуре. Для данной цели используют точно такие же образцы. Однако стоимость образцов при повышенных температурах обычно гораздо выше, чем образцов, предназначенных для испытаний при нормальной температуре. Поэтому образцы, рассчитанные на повышенные температуры, не используют, когда нужно измерить только характеристики при нормальной температуре.

7 Проведение испытаний

7.1 Режим и скорость проведения испытания

Испытание проводят в режиме контроля нагрузки, сдвига или деформации. Скорость проведения испытания должна быть достаточно большой для завершения испытания от 10 до 30 с и получения максимально возможной прочности при сжатии при разрушении образца.

Для минимизации влияния окружающей среды при проведении испытаний на воздухе рекомендуются использовать деформации от $50 \cdot 10^{-6}$ до $500 \cdot 10^{-6}$ $с^{-1}$, нагрузки от 35 до 50 МПа/с и сдвига от 0,001 до 0,05 мм/с.

7.2 Измерения размеров образцов

Площадь поперечного сечения определяют по центру образца и у обоих концов длины узкой параллельной части. Для обработки результатов используют среднеарифметические значения.

Размеры для расчета площади поперечного сечения измеряют с точностью ±0,01 мм.

7.3 Измерения продольного изгиба

Проверяют наличие продольного изгиба. Проверку проводят при каждой замене материала образца, формы образца, конфигурации зажимов/сжимающих плит и т.п.

Значение продольного изгиба считают допустимым, если разница деформаций, измеренных посередине длины узкой параллельной части на противоположных сторонах образца, для значений напряжения на линейном участке кривой «напряжение—деформация» (в пределах от $0{,}1S_{c,m}$ до $0{,}9S_{c,m}$) удовлетворяет следующей формуле

$$\left|\frac{\varepsilon' - \varepsilon''}{\varepsilon' + \varepsilon''}\right| \le 0, \tag{2}$$

где ε' — деформация при сжатии, измеренная по ширине;

ε'' — деформация при сжатии, измеренная на противоположной стороне для одной и той же деформации и для одного и того же поперечнего сечения.

Для образцов с круглым поперечным сечением измерения деформации проводят в противоположных угловых положениях одного и того же поперечнего сечения.

Если допустимое значение продольного изгиба не достигается, используют образцы других типов или размеров с другим значением l/h.

Примечание — Если нельзя воспользоваться данным методом оценки допустимого значения продольного изгиба, то устанавливают тензорезисторы или двусторонние экстензометры на противоположные стороны образца и проводят испытания на сжатие в соответствии с разделом 7. Разница в деформации указывает на продольный изгиб. Значение продольного изгиба для данного испытания вычисляют по формуле (2).

7.4 Установка образца

Образец устанавливают в зажимы/сжимающие плиты, соединенные с захватами испытательной машины таким образом, чтобы его продольная ось совпадала с направлением действия нагрузки. При использовании противоизгибного устройства, образец зажимают в нем перед установкой в зажимы/сжимающие плиты.

Следят за тем, чтобы на образце не возникли сгибающие или скручивающие нагрузки.

7.5 Установка экстензометра

Экстензометр устанавливают в продольном направлении посередине длины узкой параллельной части (при его использовании).

7.6 Измерения

7.6.1 Обнуляют показания датчика нагрузки.

7.6.2 Обнуляют показания экстензометра (или тензорезисторов, если их используют).

7.6.3 Начинают запись кривой «нагрузка—деформация».

7.6.4 Нагружают образец до разрушения.

7.6.5 Прекращают запись кривой «нагрузка—деформация».

7.6.6 В качестве температуры испытания записывают температуру окружающей среды.

7.6.7 Определяют позицию расположения разрушения относительно средней точки образца в продольном направлении и заносят в протокол испытаний данное расположение с точностью до 1 мм.

7.6.8 Если разрушение образца происходит за пределами длины узкой параллельной части, то полученный результат не засчитывают и проводят повторное испытание на новом образце. Также не учитывают результаты испытаний при выскальзывании образца из зажимов/сжимающих плит, соскальзывании экстензометра, при наличии продольного изгиба, изменении условий испытаний и неуказанных условиях испытания.

8 Обработка результатов

8.1 Предел прочности при сжатии

Предел прочности при сжатии $S_{c,m}$, МПа, вычисляют по формуле

$$S_{c,m} = \frac{F_m}{A_0}, \tag{3}$$

где F_m — максимальная нагрузка при сжатии, Н;

A_0 — площадь поперечного сечения образца, мм^2.

8.2 Деформация при максимальной нагрузке

При прямом измерении деформация при максимальной нагрузке $\varepsilon_{c,m}$ — это измеренное значение деформации, соответствующее максимальной нагрузке F_m. Деформацию при максимальной нагрузке $\varepsilon_{c,m}$, МПа, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{c,m} = \frac{\Delta L_{c,m}}{L_0}, \tag{4}$$

где $\Delta L_{c,m}$ — продольная деформация при максимальной нагрузке, измеренная экстензометром, мм;

L_0 — измерительная база, мм.

8.3 Коэффициент пропорциональности, модуль упругости

8.3.1 Коэффициент пропорциональности определяют между двумя точками (ΔL_1, F_1) и (ΔL_2, F_2), измеренными вблизи нижнего и верхнего пределов линейного участка кривой «нагрузка—деформация».

Коэффициент пропорциональности, E_p, ГПа, вычисляют по формуле

$$E_p(\sigma_1, \sigma_2) = \frac{L_0(F_2 - F_1)}{A_0(\Delta L_2 - L_1)} 10^{-3}, \tag{5}$$

где F_1, F_2 — нагрузка при сжатии в определенной точке кривой «нагрузка—деформация», Н;

L_0 — измерительная база, мм.

L_1, L_2 — продольная деформация, соответствующая F_1, F_2, мм.

8.3.2 Если материал проявляет линейные характеристики у начала координат, модуль упругости E, ГПа, вычисляют по формуле

$$E = \frac{FL_0}{A_0 \Delta L}, \tag{6}$$

где F — нагрузка при сжатии в точке на линейном участке кривой «нагрузка—деформация», Н;

A_0 — площадь поперечного сечения, мм^2;

L_0 — измерительная база, мм.

ΔL — продольная деформация, мм.

Любую точку (ΔL, F) на линейном участке кривой «нагрузка—деформация» можно использовать для определения модуля упругости.

8.3.3 Для материалов, не имеющих линейных участков на кривой «напряжение—деформация» (или «нагрузка—деформация»), рекомендуется использовать пары значений «напряжение — деформация», соответствующих напряжениям $0,1S_{c,m}$ и $0,5S_{c,m}$, если иное не согласовано между производителем и потребителем.

При испытании при нормальной температуре образцов пятого типа с защитным покрытием для особых атмосферных условий, предназначенных для использования при повышенных температурах, применяют метод расчета по *ГОСТ Р 57605 (ISO 14544)*. Различают два поперечных сечения: эффективное и кажущееся.

8.4 Критическое напряжение при продольном изгибе

Критическое напряжение при продольном изгибе σ_{cr}, МПа, в условиях испытания с закрепленным концом вычисляют по формуле

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{wb} = \frac{\pi^2 EI}{l^2 wb}, \quad (7)$$

где P_{cr} — критическая нагрузка при продольном изгибе;

w — ширина образца, мм;

b — толщина образца, мм;

π — число «пи», $\approx 3,14$;

E — продольный модуль упругости материала образца, ГПа;

I — момент инерции в направлении b, где $I = \frac{wb^3}{12}$;

l — фактическая свободная длина узкой параллельной части образца, мм.

8.5 Округление результатов

Результаты округляют до числа значащих цифр, равного наименьшему числу значащих цифр переменных, используемых при вычислении.

8.6 Среднеарифметическое значение и стандартное отклонение

Среднеарифметическое значение измеряемого показателя вычисляют по формуле

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}, \quad (8)$$

где x_i — значение измеряемого показателя для каждого испытанного образца;

n — число испытаний.

Стандартное отклонение измеряемого показателя вычисляют по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n \cdot [\overline{x}]^2}{n-1}}. \quad (9)$$

Коэффициент вариации CV, %, вычисляют по формуле

$$CV = \frac{S}{\overline{x}} \cdot 100. \quad (10)$$

9 Протокол испытаний

Результаты проведения испытаний оформляют в виде протокола, содержащего:

- ссылку на настоящий стандарт;
- наименование и адрес испытательной лаборатории;

- полную идентификацию материала образцов (свойства, код общероссийского классификатора предприятий и организаций (ОКПО) предприятия-изготовителя и т. д.);
- размеры и форму образцов;
- количество образцов;
- описание процесса изготовления образца (при использовании механической обработки указывают шероховатость поверхности/конечную обработку обрезанных или отшлифованных поверхностей; направление армирования материала относительно продольной оси образца);
- сведения об используемом оборудовании для испытаний;
- условия испытания;
- скорость сдвига, скорость деформации или скорость изменения нагрузки;
- кривую «нагрузка—деформация»;
- результаты испытаний, среднеарифметические значения и стандартные отклонения предела прочности при сжатии, деформации при максимальной нагрузке, коэффициента пропорциональности (если применимо), модуля упругости, критического напряжения при продольном изгибе;
- характер и место разрушения всех образцов;
- дату проведения испытания.

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст модифицированных структурных элементов примененного международного стандарта

ДА.1 1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает метод определения поведения при сжатии композитных материалов с керамической матрицей с армированием непрерывными нитями при нормальной температуре. Данный метод применим ко всем композитным материалам с керамической матрицей и армированием непрерывными нитями, однонаправленным (1D), двухнаправленным (2D) и трехнаправленным (xD, при $2 < x \leq 3$), нагружаемым вдоль одной из главных осей армирования. Данный метод применяют к композитным материалам с керамической матрицей, армированным углеродным волокном (также называемым C/C-композиты). Различают два способа проведения испытания: сжатие между плитами и сжатие с помощью зажимов.

Примечание — Данный раздел международного стандарта изменен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (пункт 3.7), а также в целях соблюдения норм русского языка, принятой терминологии и технического стиля изложения.

ДА.2 5 Средства испытания

5.1 Испытательная машина

Машина должна быть оснащена силомером для измерения нагрузки, прилагаемой к испытуемому образцу, не хуже класса 1 по ISO 7500-1.

5.2 Нагрузочный модуль

Нагрузочный модуль состоит из подвижной и неподвижной головок, нагрузочных штоков и зажимов или плит. Дополнительно допускается использовать адаптеры для соединения зажимов или плит с нагрузочными штоками.

Нагрузочный модуль должен поддерживать соосность оси образца с направлением приложения нагрузки без создания изгибающих или крутильных нагрузок на образец. Несоосность образца проверяют и документируют в порядке, описанном в приложении В. Максимально допустимый изгиб не должен превышать 5 % при среднем осевом напряжении 500×10^{-6}.

Существует два альтернативных способа приложения нагрузки:

a) Сжимающие плиты подсоединяют к измерительному преобразователю усилия и подвижной головке. Параллельность плит в зоне приложения нагрузки должна быть не хуже 0,01 мм. Поверхности плит должны быть перпендикулярны к направлению приложения нагрузки.

Примечания

1 Не рекомендуется использовать плиты для испытаний на сжатие 1D и 2D материалов малой толщины из-за возможности выгиба или коробления.

2 При испытании макроскопически неоднородных материалов для приложения одинакового давления между образцом и плитами можно использовать совместимый прокладочный материал (состоящий только из бумаги или картона).

Если размеры образца таковы, что может произойти выгиб, рекомендуется использовать противовыгибные устройства, аналогичные описанным в ISO 14126. Данные устройства не должны создавать паразитные напряжения (т. е. напряжения, отличные от однородного осевого) в процессе нагружения образца.

b) Зажимы используют для фиксации и нагружения испытуемых образцов. Конструкция зажимов должна исключать возможность выскальзывания образцов. Зажимы должны выравнивать ось образца по оси приложения нагрузки.

Выравнивание проверяют и документируют, например, в порядке, описанном в приложении В.

5.3 Измерение деформации

5.3.1 Общие положения

Для непрерывного измерения продольной деформации в зависимости от приложенной нагрузки следует использовать тензорезисторы или подходящий тензометр. Тензометр должен быть не хуже 1-го класса по ISO 9513. Рекомендуется измерять продольную деформацию на максимально длинном участке в пределах базовой длины.

5.3.2 Тензорезисторы

Для проверки соосности образца используют тензорезисторы. Их также можно использовать для измерения продольной деформации в процессе испытания. В обоих случаях длина тензорезисторов должна быть такой, чтобы

на их показания не оказывали влияние локальные неровности поверхности образца, например, пересечения армирующих нитей. Тензозисторы должны быть не менее 9—12 мм в длину в продольном направлении, и не менее 6 мм в длину в поперечном направлении, если не будет доказано, что на показания тензорезисторов меньшего размера локальные деформации, например, перекрестия волокон, не оказывают существенного влияния. Тензорезисторы, подготовка поверхности и клеи должны выбираться для обеспечения надлежащих характеристик в комплексе с испытуемыми материалами.

Должны использоваться подходящие приспособления для устранения деформаций и надлежащее регистрирующее оборудование. Необходимо также удостовериться в том, что показания тензодатчиков не зависят от способа подготовки поверхности и используемого клея.

5.3.3 Тензометрия

Отклонение показаний тензометра от линейности должно быть не более 0,15 % используемого диапазона измерения. Тензометр должен быть не хуже 1-го класса по ISO 9513.

Типы обычно используемых тензометров описаны в пунктах 5.3.3.1 и 5.3.3.2.

5.3.3.1 Механический тензометр

Для механического тензометра базовая длина соответствует расстоянию между двумя точками по продольной оси, в которых тензометр контактирует с образцом. Установка тензометра на образец должна предотвращать выскальзывание тензометра из контактных точек и развитие разрушений в точках контакта. Любые силы, создаваемые тензометром в зоне контакта, не должны давать изгиб больше допустимого в пункте 5.12.

5.3.3.2 Электрооптический тензометр

Для проведения электрооптических измерений растяжения на испытуемом образце должны быть метки. Для этого к поверхности испытуемого образца перпендикулярно его продольной оси крепятся штырьки или флажки. Базовая длина соответствует продольному расстоянию между двумя флажками.

Примечание — Не рекомендуется использовать в качестве флажков специально внесенные в геометрию образца элементы из-за обычной концентрации напряжений, создаваемых в материале образца такими элементами.

5.4 Система регистрации данных

Для записи кривых «нагрузка—деформация» используют откалиброванный самописец. Рекомендуется использовать цифровые системы регистрации в комбинации с аналоговым самописцем.

5.5 Приборы для измерения линейных размеров

Приборы для измерения линейных размеров образцов должны иметь погрешность ±0,1 мм. Микрометры должны отвечать требованиям ISO 3611.

Примечание — Данный раздел международного стандарта изменен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (пункт 7.9.6), а также в целях соблюдения норм русского языка, принятой терминологии и технического стиля изложения.

ДА.3 7 Подготовка образцов

7.1 Обработка и подготовка

При нарезке образцов из необработанных листов материала необходимо следить за их положением относительно направлений внутреннего армирования и предполагаемой оси нагружения.

Устанавливают и документируют параметры механической обработки образцов, исключающие повреждение материала. Эти параметры используют при дальнейшей подготовке образцов.

7.2 Количество образцов

Требуется не менее пяти действительных результатов испытания (8.5).

Если требуется статистическая оценка результатов испытания, количество образцов выбирается с учетом статистических методов и руководств.

Примечание — Данный раздел международного стандарта изменен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (пункт 7.9.7), а также в целях соблюдения норм русского языка, принятой терминологии и технического стиля изложения.

ДА.4 8 Методика испытания

8.5 Действительность (валидность) испытания

Следующие факторы делают испытание недействительным:

- неуказание условий испытания;
- несоответствие условий испытания;
- несоответствие критерию выгиба в пункте 8.3;
- скольжение образца в зажимах или разрушение (размочаливание) на концах;

- соскальзывание тензометра или неисправность тензорезистора;
- разрушение образца вне базовой длины.

Примечание — Данный раздел международного стандарта изменен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (пункт 7.9.8), а также в целях соблюдения норм русского языка, принятой терминологии и технического стиля изложения.

ДА.5 9 Обработка результатов

9.1 Начало координат образца

К протоколу испытаний прикладывают диаграмму, иллюстрирующую направление армирования материала относительно продольной оси образца.

Примечание — Данный раздел международного стандарта изменен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (пункт 7.9.9), а также в целях соблюдения норм русского языка, принятой терминологии и технического стиля изложения.

ДА.6 10 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать:

a) наименование и адрес испытательной лаборатории,

b) дату испытания, уникальный номер протокола на каждой странице, наименование и адрес заказчика, ФИО составителя,

c) ссылку на настоящий международный стандарт, например, «испытание проводилось в соответствии с ISO 20504»;

d) чертеж испытуемого образца или ссылочный документ;

e) описание испытуемого материала (тип материала, артикул изготовителя, номер партии);

f) описание процесса производства образца (если использовались процессы удаления материала, твердость поверхности/конечная обработка обрезанных или отшлифованных поверхностей);

g) параметры испытания (базовая длина, крепление, система нагружения, тип тензометра, измерительный преобразователь нагрузки);

h) скорость сдвига, скорость деформации или скорость изменения нагрузки;

i) количество выполненных испытаний и полученных действительных результатов;

j) диаграмму «нагрузка — продольная деформация» (деформация или время);

k) действительные результаты, среднее значение и стандартные отклонения прочности на сжатие, деформация при сжатии при максимальном усилии сжатия, модуль (псевдо)упругости и коэффициент пропорциональности (если применимо).

l) места разрушения у всех образцов, использованных для получения такого результата;

m) окружающую температуру в процессе испытания.

Примечание — Данный раздел международного стандарта изменен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001 (пункт 7.9.10), а также в целях соблюдения норм русского языка, принятой терминологии и технического стиля изложения.

Приложение ДБ
(справочное)

Оригинальный текст невключенных структурных элементов примененного международного стандарта

ДБ.1

3.2 базовая длина, длина базовой секции

l

длина базовой секции

ДБ.2

Приложение В
(обязательное)

Проверка соосности (выравнивания)

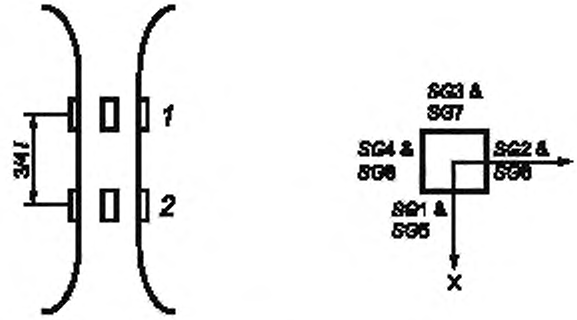
Соосность нагрузочного модуля должна проверяться как минимум в начале и в конце серии испытаний с помощью шаблона или реального образца методом, изложенным в ASTM E1012 или аналогичными методами, указанными в 5.2. В настоящем приложении приведена подробная информация о порядке выравнивания образцов квадратного и круглого сечения.

Для простоты на контрольный образец устанавливают восемь пленочных тензорезисторов, как показано на рисунке В.1. По 4 тензорезистора устанавливают по окружности равноудаленно друг от друга (на 90°) (т. е. по одному тензорезистору на грань) в двух плоскостях, расположенных в пределах базовой части. Расстояние между плоскостями установки тензорезисторов должно быть примерно *3/4 l*, где *l* — длина базовой части. Данные плоскости должны быть симметричны относительно средней точки базовой части в продольном направлении. Для регистрации деформации используют надлежащее регистрирующее оборудование. Верхнюю часть образца фиксируют в зажиме. Подсоединяют провода тензорезисторов к кондиционирующему оборудованию. Перед установкой нижней части образца в крепление показания тензорезисторов обнуляют. Нижнюю часть образца фиксируют в зажиме. К образцу прикладывают нагрузку для достижения средней деформации, равной половине ожидаемой деформации в начале процесса кумулятивного разрушения материала (напряжения растрескивания матрицы), но не менее деформации 0,0005 (т. е. 500 микродеформаций). Для тензодатчиков, показанных на рисунке В.1, рассчитывают процент изгиба образцов круглого или прямоугольного сечения, как описано далее. Рассчитывают процент изгиба (*PB*) в верхней и нижней плоскостях базовой части по формулам (В.1) и (В.2), соответственно:

$$PB_{upper} = \frac{\left[\left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{2}\right)^2 + \left(\frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_4}{2}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}}{\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4}{4}\right)} \cdot 100, \quad (В.1)$$

$$PB_{lower} = \frac{\left[\left(\frac{\varepsilon_5 - \varepsilon_7}{2}\right)^2 + \left(\frac{\varepsilon_6 - \varepsilon_8}{2}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}}{\left(\frac{\varepsilon_5 + \varepsilon_6 + \varepsilon_7 + \varepsilon_8}{4}\right)} \cdot 100, \quad (В.2)$$

где ε_1, ε_2, ε_3, ε_4, ε_5, ε_6, ε_7 и ε_8 — показания тензорезисторов, расположенных в верхней и нижней плоскостях базовых секций, соответственно. Показания тензорезисторов обычно в единицах деформации (т. е. м/м). Деформации сжатия имеют отрицательные значения.



a) Нумерация тензорезисторов (SG) на плоскостях в базовой части

b) Нумерация тензорезисторов (SG)

1 — верхняя плоскость, SG1, 2, 3 и 4; 2 — нижняя плоскость, SG5, 6, 7 и 8

Рисунок В.1 — Установка тензодатчиков на поверхности в базовой части и их нумерация

ДБ.3

Приложение С
(обязательное)

Пределы сжимающей нагрузки для получения «истинного» разрушения при сжатии

Для испытания на сжатие, описанного в данном методе, существуют следующие ограничения. Для очень высокопрочных материалов, независимо от модуля упругости, испытание на сжатие ограничено либо прочностью приклеивания концевых накладок и/или межслойной прочностью на сдвиг материала накладок для образцов 5-го типа, сопротивлением раздавливанию и/или межслойной прочностью композитного материала с керамической матрицей для образцов 1, 2, 3 и 4-го типов. Для материалов с низким модулем упругости выгиб упругого стержня может быть критичным.

Наиболее консервативное предположение о поведении испытуемого образца при осевом сжатии — это предположение, что образец ведет себя как стержень с двумя шарнирно-опорными концами, один из которых может свободно перемещаться вдоль оси, и длиной, равной неподдерживаемой длине крепления. Наиболее подходящее предположение для случая фрикционных зажимов и жесткозакрепленных нагрузочных модулей (образцы типов 3, 4 и 5) — стержень с двумя жесткозакрепленными концами, один из которых может свободно перемещаться только вдоль оси, и длиной, равной четверти неподдерживаемой длины крепления. Например, образец, показанный на рисунке 5, имеет базовую длину без накладок 25 мм. Неподдерживаемая длина (вне зажимов) образца, включающая длины безнакладочной базовой части и конусных частей накладок, составляет 38 мм.

В предположении упругого поведения критическое напряжение выгиба для наиболее консервативного стержня с шарнирно-опорными концами вычисляют по формуле

$$\sigma_e = \frac{P_e}{wb} = \frac{\pi^2 EI}{l^2 wb}, \qquad (C.1)$$

где σ_e — критическое эйлерово напряжение выгиба;
P_e — критическое усилие сжатия;
w — ширина образца;
b — толщина образца;
π — число «пи» (3,142);
E — продольный модуль упругости материала образца;
I — момент инерции в направлении b, где $I = wb^3/12$;
l — фактическая свободная длина базовой части образца.

Критическое напряжение выгиба для стержня с одним жесткозакрепленным концом и $b \le w$ определяют по формуле

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{wb} = \frac{\pi^2 EI}{l^2 wb}, \qquad (C.2)$$

где σ_{cr} — критическое напряжение выгиба;
P_{cr} — критическое усилие сжатия.

Критическое напряжение в формуле (С.2) показано на рисунке С.1 для рекомендованной ширины, w, 10 мм, но для различных толщин, b, и модулей упругости, E. По рисунку С.1 видно, попадают ли результаты только что выполненного испытания в диапазон нагрузок без выгиба; можно ли безопасно достичь верхнего значения сжимающей нагрузки для определенного образца, модули которого известны приблизительно из свойств волокон или характеристик растяжения, или следует использовать более толстый образец.

Осевая жесткость на сдвиг однонаправленных композитов гораздо меньше общей осевой жесткости. Это следует учитывать при внесении поправки к модулю сдвига, дающей уменьшенное значение критического напряжения выгиба $\sigma^{[tgr]}_{cr}$, выражаемое следующим образом:

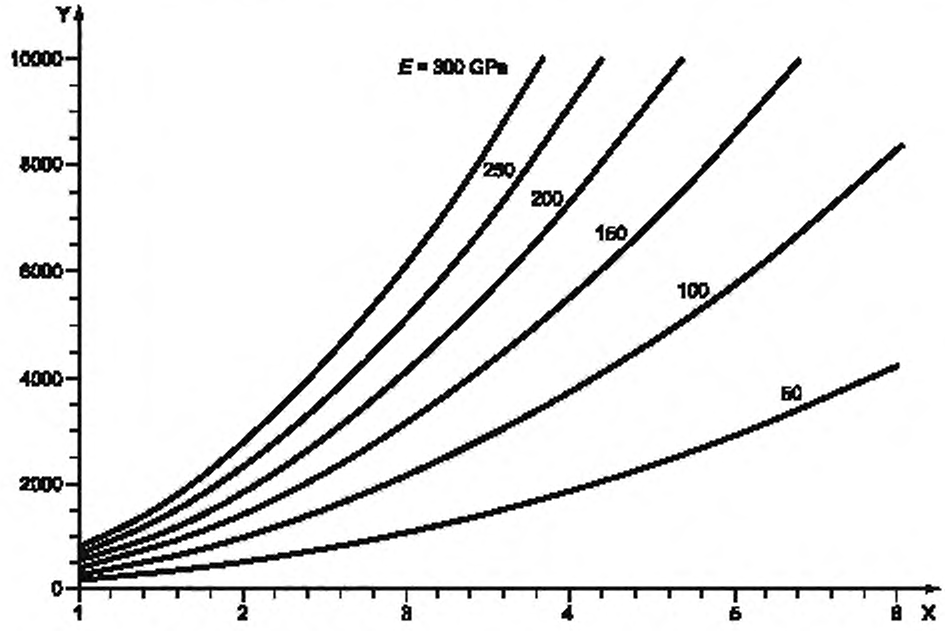
$$\sigma^{[tgr]}_{cr} = \frac{P^{[tgr]}_{cr}}{wb} = \frac{P_{cr}}{wb \cdot \left(1 + \frac{nP_{cr}}{wbG}\right)}, \qquad (C.3)$$

где n — форм-фактор (n = 1,2 для прямоугольного сечения);

G — осевой модуль сдвига.

С данным отношением ожидаемое критическое напряжение выгиба, $\sigma^{[tgr]}_{cr}$, в формуле С.3 стремится к σ_{cr} на рисунке С.1. Затем «новое» значение σ_{cr} вместе с ожидаемым модулем упругости при сжатии испытуемого материала и рисунке С.1 позволяют определить минимальную толщину образца, необходимую для предотвращения выгиба.

В большинстве случаев [формулы (С.2) и (С.3) и рисунок С.1] образцы рассматриваются как стержни с жесткозакрепленным концом (образцы типов 3, 4 и 5). Поскольку условия в рекомендуемых зажимах ближе к жесткозакрепленным нежели к шарнирно-опорным, фактическое усилие выгиба будет, скорее, выше, чем получаемое по формулам (С.2) и (С.3) и рисунку С.1. Однако использование более консервативного критерия шарнирно-опорных концов в формуле (С.1) почти гарантирует, что произойдет разрушение при сжатии, а не выгиб колонны. При превышении данного критерия единственный способ удостовериться в отсутствии выгиба — использовать показания тензодатчиков, расположенных на противоположных сторонах образца, как рекомендовано в п. 8.3.



X — толщина испытуемого образца; b (мм), Y — критическое эйлерово напряжение выгиба; σ_{cr} (МРа), E — модуль упругости материала образца

Рисунок С.1 — Критическое эйлерово напряжение выгиба для стержня с жесткозакрепленным концом и прямоугольным сечением по ширине

Приложение ДВ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДВ.1

Структура настоящего стандарта			Структура международного стандарта ИСО 20504:2006		
Раздел	Подраздел	Пункт	Раздел	Подраздел	Пункт
3	3.1	—	3	3.1	—
	3.2			3.3	
	3.3			3.4	
	3.4			3.5	
	3.6			3.7	
	3.7			3.8	
	3.8			3.9	
	3.9			3.10	
	3.10			3.11	
	3.11			3.12, приложение А	
	3.12			3.13	
	3.14			3.15	
	3.15			3.16	
	3.16			3.17	
4	4.1—4.2	—	4	—	—
5	5.1	5.1.1—5.1.4	5	5.1—5.2	—
	5.2	5.2.1—5.2.3		5.3	5.3.1—5.3.3
	5.3	—		5.4	—
	5.4			5.5	
6	6.1	6.1.1	6	6.1	—
		6.1.2			
		6.1.3	7	7.1	—
		6.1.4		7.2	
	6.2—6.3	—	6	6.2—6.3	—
7	7.1—7.3	—	8	8.1—8.3	—
	7.4			8.4	8.4.1
	7.5				8.4.2
	7.6	7.6.1—7.6.8			8.4.3
		7.6.9		8.5	—

Окончание таблицы ДВ.1

Структура настоящего стандарта			Структура международного стандарта ИСО 20504.2006		
Раздел	Подраздел	Пункт	Раздел	Подраздел	Пункт
8	8.1	—	9	9.2	—
	8.2			9.3	
	8.3	8.3.1—8.3.3		9.4	9.4.1—9.4.3
	8.4	—		9.5	—
	8.5			9.6	
	8.6			9.7	
9	—	—	9	9.1	—
			10	—	—
Приложения		—	Приложения		A
					B
					C
		ДА—ДГ			—

Примечания

1 Сопоставление структуры стандартов приведено, начиная с раздела 3, т. к. предыдущие разделы стандартов и их иные структурные элементы (за исключением предисловия) идентичны.

2 Структура настоящего стандарта изменена относительно примененного международного стандарта для приведения в соответствие с требованиями, установленными в ГОСТ 1.5—2001 (подраздел 7.9).

3 Внесены дополнительные приложения ДА, ДБ, ДВ и ДГ в соответствии с требованиями, установленными к оформлению национального стандарта, модифицированного по отношению к международному стандарту.

Приложение ДГ
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДГ.1

Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ 6507—90	NEQ	ISO 3611 «Технические требования к геометрическим параметрам продукции. Оборудование для измерения размеров. Микрометры для внешних измерений. Конструкция и метрологические характеристики»
ГОСТ 28840—90	NEQ	ISO 7500-1 «Материалы металлические. Верификация машин для статических испытаний в условиях одноосного нагружения. Часть 1. Машины для испытания на растяжение/сжатие. Верификация и калибровка силоизмерительных систем»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - NEQ — неэквивалентные стандарты.		

УДК 666.3.017:006.354 ОКС 81.060.30

Ключевые слова: композиты керамические, испытание на сжатие, нормальная температура

БЗ 8—2017/123

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 15.08.2017. Подписано в печать 16.10.2017. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,95. Тираж 22 экз. Зак. 1982.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

gost.e-ecolog.ru